ИМС IMS

INSTITUT IMS AD
BEOGRAD

ATC
01-058
ЛАБОРАТОРИЈА
ЗА ИСПИТИВАЊЕ
ISO/IEC 17025

Institut za ispitivanje materijala a.d. Beograd

Centralna laboratorija za ispitivanje materijala

Laboratorija za kamen i agregat

Beograd, Bulevar vojvode Mišića 43
tel: (011) 2650 322 fax: (011) 3692 772, 3692 782
e-mail: office@institutims.rs, www.institutims.rs

IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU

Br. KIA 0150/20 - AGK

Predmet ispitivanja:	Prirodni kamen
Naručilac:	**PLOČE D.O.O.** **Aranđelovac**
Zahtev/Ponuda/Ugovor:	IMS br. 41 - 11768 od 30.09.2020.
Sadržaj:	strana 18

Izveštaj odobrio:

Laboratorija za kamen i agregat
Rukovodilac

Ivana Delić Nikolić, dipl.inž.geol.

Beograd, novembar 2020. godine

1. OPŠTI PODACI

1.1. PREDMET ISPITIVANJA

1.1.1. Komercijalno ime kamena: **Bukovički granit Ploče**

1.1.2. Kamen potiče iz lokaliteta: **Ploče**

Lokalnost: **Bukovik** | Mesto: **-** | Država: **Srbija**

1.1.3. Broj zapisnika o uzimanju – ***prijemu*** uzorka: **KIA 0150/20-AGK 30.09.2020.**

1.1.4. Proizvođač kamena je: **PLOČE D.O.O.**
sa sedištem u: **Aranđelovcu**

1.1.5. Uzorak je odabran od strane: **naručioca ispitivanja**

1.1.6. Datum i mesto uzimanja uzorka: **-**
Datum prijema uzorka u laboratoriju: **30.09.2020.**

1.1.7. Uzorkovanje izvršeno prema: **-**

1.1.8. Terenska oznaka uzorka: -

1.1.9. Ispitivanje je započelo: **01.10.2020.** a završeno je: **09.11.2020.**

1.1.10. Datum izdavanja Izveštaja: **09.11.2020.**

1.2. METODE ISPITIVANJA

SRPS EN 1936:2009[1], SRPS EN 12372:2009, SRPS EN 12371[2]:2008, SRPS EN 13755:2009, SRPS EN 12407:2019, SRPS EN 1926:2010, SRPS EN 14157:2008, SRPS EN 14231:2008

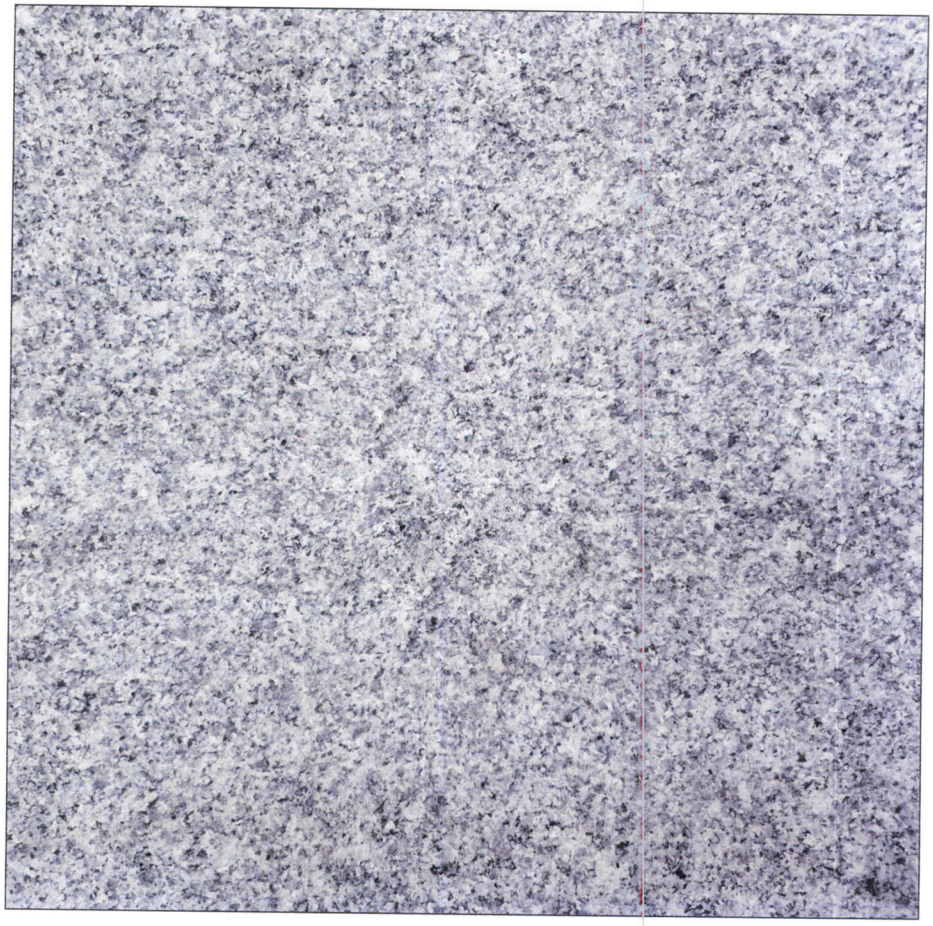
[1] Van obima akreditacije
[2] Van obima akreditacije

1.3. OPREMA POTREBNA ZA ISPITIVANJE

	NAZIV OPREME	INVENT.BROJ
1.	Mašina za sečenje kamena i izradu opitnih tela	2087/5671 IMS
2.	Sušnica	878 IMS
3.	Mašina za ispitivanje otpornosti prema habanja pomoću širokog točka „GABRIELI" -Italija	10542 IMS
4.	Digitalna hidraulična presa „CONTROLS" 0-3000KN sa adapterom za savojnu čvrstoću; merna nesigurnost 0.250% i stepen poverenja u rezultat bolji od 95%	Ser.br.07003156 Ser.br.07003157
5.	Hidrostatička digitalna vaga 0-8kg, merna nesigurnost 0.1g i stepen poverenja u rezultat bolja od 95%	10387 IMS
6.	Pomična univerzalna digitalna merila: 0 - 300mm i 0 - 150mm, mernih nesigurnosti U=24µm i stepen poverenja u rezultat 95%	Sr.br. F 410677 Sr.br.01MC0201
7.	Aparatura za sečenje i poliranje	Sr.br. 95/660342
8.	Piknometar	908 IMS
9.	Laboratorijske posude i prateći pribor	/
10.	Sušnica „MEMMERT"- Nemačka	Tip: UF750
11.	Komora za određivanje otpornosti na mraz – „TESTING" Nemačka	11266 IMS
12.	SRT klatno za ispitivanje klizavosti-CONTROLS	Ser.br 07001625
13.	Polarizacioni mikroskop	863 IMS

1.4. UZORAK ZA ISPITIVANJE

Ploče prirodnog kamena



Sl. 1. KIA 0150/20 - AGK
Uzorak za ispitivanje

2. REZULTATI ISPITIVANJA

2.1. Metode ispitivanja prirodnog kamena – Petrografsko ispitivanje

SRPS EN 12407: 2019

Datum početka ispitivanja: 12.10.2020.

Datum završetka ispitivanja: 13.10.2020.

2.1.1. OPIS UZORKA. Stena je sive boje, homogenog je sklopa i srednjezrna. Izgrađena je od salskih minerala, uglavnom feldspata koji su obično bele boje i kvarca koji je svetlo sive boje, mada se sreću i prozirna zrna. Femski minerali su uglavnom tamne do crne boje.

2.1.2. OPIS PREPARATSKE PLOČICE: Pločica za mikroskopski preparat je dimenzija 56x25 mm, pokrovno staklo je dimenzija 33x25 mm. Datum pripreme preparata 12.10.2020.

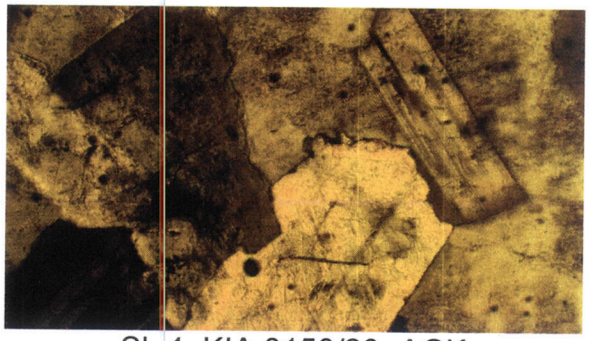
2.1.3. MIKROSKOPSKI OPIS: Uzorak je masivne teksture i hipiodiomofno zrnaste strukture. Mikroskopskim ispitivanjem je utvrđeno da je stena izgrađena od: feldspata, ortoklasa, mikroklina, plagioklasa i kvarca kao glavnih minerala. Od sporednih se zapažjaju biotit i muskovit. Od sekundarnih se javljaju hlorit i sericit. Ortoklas je hipidiomorfan, u pojedinim centralnim delovima zapažaju sitne ljuspice sericita. Dimenzija je najčešće oko 3 x 2,5 mm. Mikroklin je ređe zastupljen od ortoklasa i manjih je dimenzija. Plagioklas je prisutan u svežim hipidiomorfnim zrnima, različite veličine. Najčešće su prisutna zrna sa dimenzijama oko 1,5 x 1 mm. Kvarc je ksenomorfanog oblika, različitih formi i dimenzija. Sporadično je i mikrogranularan ili intersticijalan. Liskuni biotit i muskovit, koji je slabije prisutan, javljaju se u vidu tankih izuvijanih liski, veličine od oko 1 x 0,5 mm do oko 0,2 x 0,1 mm. Delovi liski su ponekad transformisani u sekundarni hlorit.

2.1.4. KLASIFIKACIJA: GRANIT (SRPS EN 12670:2007)

DODATNI PODACI

Vrsta (magmatska)	**Plutonska... .....P**	QAPF	Hemijska analiza	Glavni sastojci: **ortoklas, kvarc, mikroklin i plagioklas,**
		P-25%;A-45% Q-30%;F-0%	-	Sporedni/tragovi:**biotit, muskovit**
				Ostali: sericit i hlorit

Sl. 3. KIA 0150/20 -AGK
Uzorak pod mikroskopom, paralelni Nikoli



Sl. 4. KIA 0150/20 -AGK
Uzorak pod mikroskopom, ukršteni Nikoli

Ispitivanje sprovela:

dipl.inž. Olivera Vušović

2.2. Metode ispitivanja prirodnog kamena - Određivanje stvarne i prividne zapreminske mase i ukupne poroznosti

SRPS EN 1936:2009[3]

Datum početka ispitivanja: 01.10.2020.

Datum završetka ispitivanja: 01.10.2020.

Broj uzorka	Prividna zapreminska masa (kg/m^3)		Stvarna zapreminska masa (kg/m^3)	Ukupna poroznost
	pojedinačne vrednosti	srednja vrednost	srednja vrednost	srednja vrednost
1	2618	**2611**	**2655**	**1,7**
2	2594			
3	2603			
4	2624			
5	2604			
6	2623			

[3] Van obima akreditacije

2.3. Metode ispitivanja prirodnog kamena - Određivanje upijanja vode pri atmosferskom pritisku

SRPS EN 13755: 2009

Datum početka ispitivanja: 02.10.2020.

Datum završetka ispitivanja: 06.10.2020.

Broj uzorka	Dimenzije uzoraka (mm)	Masa suvog uzorka (g)	Masa uzorka zasićenog vodom (g)	Upijanje vode (%)	
				pojedinačne vrednosti	srednja vrednost
1	50 x 50 x 50	323,95	325,01	**0,33**	**0,3**
2	50 x 50 x 50	347,32	348,51	**0,34**	
3	50 x 50 x 50	327,29	328,34	**0,32**	
4	50 x 50 x 50	347,92	349,10	**0,34**	
5	50 x 50 x 50	317,12	318,20	**0,34**	
6	50 x 50 x 50	332,54	333,65	**0,33**	

2.4. Metode ispitivanja prirodnog kamena - Određivanje jednoaksijalne čvrstoće pri pritisku

SRPS EN 1926: 2010

Datum ispitivanja: 01.10.2020.

Datum završetka ispitivanja: 02.10.2020.

Broj uzorka	Dimenzije uzoraka (mm)	Opterećenje pri lomu (N)	Čvrstoća na pritisak (MPa)	
			pojedinačne vrednosti	srednja vrednost
1	51,9 X 50,9 X 52	363200	137	**158**
2	50,1 X 52,8 X 53	432100	163	
3	49,7 X 51,2 X 51	438100	172	
4	51,1 X 50,0 X 52	359600	141	
5	50,2 X 49,9 X 50	455800	182	
6	49,8 X 50,2 X50	42400	170	
7	49,4 X 50,6 X 50	416300	166	
8	52,3 X 51,2 X 53	438900	164	
9	50,5 X 50,9 X 50	367700	143	
10	50,2X 51,2 X51	374000	146	

Srednja vrednost	158 MPa
Minimalna vrednost	137 MPa
Maksimalna vrednost	182 MPa
Standardna devijacija	15,42 MPa
Koeficient varijacije	0,098
Najniža očekivana vrednost	123 MPa

2.5. Metode ispitivanja prirodnog kamena - Određivanje čvrstoće pri savijanju pod koncentrisanim opterećenjem

SRPS EN 12372:2009

Datum početka ispitivanja: 01.10.2020.

Datum završetka ispitivanja: 02.10.2020.

redni broj uz-orka	debljina uzorka h (mm)		širina uzorka b (mm)		ukupna dužina uzorka L (mm)	Raspon između oslonaca na presi l=5h (mm)	opterećenje pri lomu F (N)	čvrstoća pri savijanju $R=3Fl/2bh^2$ (MPa)	Srednja vrednost čvrstoće pri savijanju Rtf (MPa)
	pre loma	na mestu loma	pre loma	na mestu loma					
1	32,7	32,6	60,5	60,5	179,6	163,5	4723	17,9	
2	33,6	33,6	61,5	61,5	176,4	168,5	4716	17,1	
3	32,0	32,0	61,8	61,8	181,2	160,0	4505	17,1	
4	32,5	32,5	61,8	61,9	179,5	163,0	4946	18,4	
5	32,6	32,5	61,2	61,2	181,2	162,5	5249	19,8	
6	32,9	32,5	61,7	61,5	179,0	163,0	4450	16,6	**17,6**
7	32,5	32,9	61,0	61,1	179,3	164,5	4549	17,0	
8	032,7	32,5	62,0	62,1	180,3	163,5	5690	21,1	
9	30,9	30,8	61,7	61,7	180,2	154,5	3364	13,3	
10	32,2	32,0	61,5	61,4	180,6	161,0	4595	17,3	

Srednja vrednost	17,6 MPa
Minimalna vrednost	13,3 MPa
Maksimalna vrednost	21,1 MPa
Standardna devijacija	2,06 MPa
Koeficient varijacije	0,12
Najniža očekivana vrednost	12,90 MPa

2.6. Metode ispitivanja prirodnog kamena - Određivanje otpornosti prema mrazu

SRPS EN 12371:2014

Metode ispitivanja prirodnog kamena - Određivanje jednoaksijalne čvrstoće pri pritisku

SRPS EN 1926: 2010

Datum ispitivanja: 02.10.2020.

Datum završetka ispitivanja: 15.10.2020.

Broj uzorka	Dimenzije uzoraka (mm)	Opterećenje pri lomu (N)	Čvrstoća na pritisak (MPa)	
			pojedinačne vrednosti	srednja vrednost
1	51,0 X 49,6 X 51	322000	127	**119**
2	51,0 X 50,3 X 50	329600	129	
3	50,9 X 49,7 X 50	290000	115	
4	49,8 X 49,7 X 50	263400	106	
5	49,5 X 49,3 X 51	261500	107	
6	49,4 X 50,1 X50	301600	122	
7	50,9 X 50,0 X 50	307800	121	
8	49,5 X 49,1 X 51	285700	118	
9	50,7 X 49,4 X 50	324000	129	
10	49,4X 50,2 X50	289500	117	

Srednja vrednost	119 MPa
Minimalna vrednost	106 MPa
Maksimalna vrednost	129 MPa
Standardna devijacija	7,82 MPa
Koeficient varijacije	0,07
Najniža očekivana vrednost	100,4
Pad čvrstoće na pritisak nakon 12 ciklusa mraza	**25%**

2.7. Prirodni kamen - Određivanje otpornosti prema habanju SRPS EN 14157:2008, metoda A

Datum ispitivanja: 05.10.2020.

Broj uzorka	Dimenzije uzoraka (mm)	Kalibraciona vrednost	Dužina žleba (mm)	
			pojedinačne vrednosti	srednja vrednost
1	82,5 x 112,9 x 35,6	0,1	16,2	**16,3**
2	82,5 x 119,0 x 34,6		16,4	
3	82,3 x 114,3 x 36,3		16,4	
4	82,7 x 114,2 x 34,7		16,2	
5	82,5 x 115,0 x 35,4		16,3	
6	82,6 x 114,3 x 35,6		16,3	

2.8. Metoda ispitivanja prirodnog kamena - Određivanje otpornosti prema klizanju pomoću SRT klatna

SRPS EN 14234: 2008

Vrsta obrade: paljena

Datum ispitivanja: 07.10.2020.

Broj tačke merenja	Otpornosti prema klizanju u suvom stanju		Otpornosti prema klizanju u vlažnom stanju	
	pojedinačne vrednosti*	SRV "suvo" srednja vrednost	pojedinačne vrednosti*	SRV "vlažno" srednja vrednost
1	84	**83**	66	**68**
2	82		68	
3	84		68	
4	83		68	
5	82		67	
6	82		68	

* sve prikazane pojedinačne vrednosti predstavljaju srednju vrednost iz deset merenja, po pet merenja u naspramnim pravcima

3. PRORAČUN PRELOMNOG OPTEREĆENJA PLOČA

Na osnovu standarda SRPS EN 1341:2015[4] Ploče od prirodnog kamena za spoljašnje popločavanje - Zahtevi i metode ispitivanja, Aneks A, podataka o donjoj očekivanoj vrednosti čvrstoće na savijanje i dimenzija ploča (podatak dobijen od naručioca ispitivanja) izvršen je proračun prelomnog opterećenja ploča.

Navedeni standard daje obrazac, na osnovu koga se iz navedenih podataka izračunava prelomno opterećenje ploča za polaganje:

$$P = (R_f W h^2) / (1500 L F_s)$$

gde je:

P – prelomno opterećenje u kN;

R_{tf} – donja očekivana vrednost čvrstoće na savijanje u MPa, proračunata je u skladu sa odredbama standarda SRPS EN 12372, Metode ispitivanja prirodnog kamena - Određivanje čvrstoće pri savijanju pod koncentrisanim opterećenjem;

W – širina ploče u mm;

t – visina ploča u mm;

L – dužina raspona u mm i

F_s – koeficient sigurnosti (dat navedenim standardom, za polaganje ploča dužine manje od 600 mm polaganih na malter iznosi 1,2, polaganih na pesak ili agregat 1,8, videti prilog 1).

Na osnovu iznetog izvršen je proračun prikazan u tabeli:

Dimenzije ploča (mm)				
Dužina	400		300	
Širina	400		300	
Visina	80		30	
Donja očekivana vrednost čvrstoće na savijanje, MPa	12,9			
Koeficient sigurnosti	1,2	1,8	1,2	1,8
Prelomno opterećenje (kN)	**46**	**31**	**6**	**4**
Klasa ploča (videti prilog 1)	**6**	**6**	**3**	**2**
Tipična namena (videti prilog 1)	Putevi i ulice, benzinske stanice	Putevi i ulice, benzinske stanice	Povremeno prolaženje automobila, lakših vozila i motocikala; ulazi u garaže	Pešačke i biciklističke zone; bašte, balkoni

[4] Van obima akreditacije

4. PRORAČUN PRELOMNOG OPTEREĆENJA IVIČNJAKA

Na osnovu standarda SRPS EN 1343:2015[5] Ivičnjaci od prirodnog kamena za spoljašnje popločavanje - Zahtevi i metode ispitivanja, Aneks A, podataka o donjoj očekivanoj vrednosti čvrstoće na savijanje i dimenzija ploča (podatak dobijen od naručioca ispitivanja) izvršen je proračun prelomnog opterećenja ivičnjaka.

Navedeni standard daje obrazac, na osnovu koga se iz navedenih podataka izračunava prelomno opterećenje ploča za polaganje:

$$P = (R_f \, W \, h^2) / (1500 \, L \, F_s)$$

gde je:

P – prelomno opterećenje u kN;

R_{tf} – donja očekivana vrednost čvrstoće na savijanje u MPa, proračunata je u skladu sa odredbama standarda SRPS EN 12372, Metode ispitivanja prirodnog kamena - Određivanje čvrstoće pri savijanju pod koncentrisanim opterećenjem;

W – širina ivičnjaka u mm;

t – visina ivičnjaka u mm;

L – dužina raspona u mm i

F_s – koeficient sigurnosti (dat navedenim standardom, usvojena je vrednost 1,6 osim ako nije specificirana neka viša vrednost).

Na osnovu iznetog izvršen je proračun prikazan u tabeli:

Dimenzije ivičnjaka (mm)		
Dužina	600	600
Širina	180	120
Visina	240	180
Donja očekivana vrednost čvrstoće na savijanje, MPa	12,9	
Prelomno opterećenje (kN)	**93**	**35**
Klasa ivičnjaka (videti prilog 2)	**6**	**6**
Tipična namena (videti prilog 2)	Putevi i ulice, benzinske stanice	Putevi i ulice, benzinske stanice

[5] Van obima akreditacije

Kontrolni uzorak ispitanog kamena i kopija ovog izveštaja se nalaze u odgovarajućoj zbirci i banci podataka Laboratorije za ispitivanje materijala pod brojem:

KIA 0150/20- AGK

NAPOMENA: **Izloženi rezultati se odnose isključivo na ispitani uzorak. Ne preuzima se odgovornost u pogledu verodostojnosti uzorkovanja, osim u slučaju kada je ono obavljeno pod kontrolom predstavnika Instituta IMS. Izveštaj se ne sme umnožavati bez odobrenja i overe Laboratorije za ispitivanje materijala. Kopija ovog izveštaja nije zvanični dokument. Izveštaj važi samo kao celina, sa originalom pečata.**

Analizirala i izradila izveštaj:

dipl.inž. Olivera Vušović

-kraj izveštaja-

PRILOG 1

IZVOD IZ STANDARDA 1341:2015

Ploče od prirodnog kamena za spoljašnje popločavanje — Zahtevi i metode ispitivanja

(Slabs of natural stone for external paving - Requirements and test methods)

Table A.1 Safety factor (F_s)

Dimension *L* mm	Safety factors, F_s, for slabs on				
	Paving over		Paving over a gap, supported		
	concrete using mortar and joints (bound construction)	sand or aggregate (unbound construction)	on 4 sides	on 2 sides	on 4 corners
≤ 600	1,2	1,8	2,4	2,7	3,0
> 600	1,8	2,4	2,7	3,1	3,5

Table A.2 Breaking load

Class	Minimum breaking load kN	Typical use
0	No requirement	Decoration
1	0,75	Slabs bedded in mortar, pedestrian area only
2	3,5	Pedestrian and cycles areas
3	6,0	Occasional car, light vehicle and motorcycle access. Garage entrances
4	9,0	Walking areas, market places occasionally used by delivery vehicles and emergency vehicles
5	14,0	Pedestrian areas often used by heavy lorries
6	25,0	Roads and streets, petrol stations

PRILOG 2

IZVOD IZ STANDARDA 1343:2015

Ivičnjaci od prirodnog kamena za spoljašnje popločavanje — Zahtevi i metode ispitivanja

(Kerbs of natural stone for external paving - Requirements and test methods)

Table A.1 Breaking load

Class	**Minimum breaking** kN	**Typical use**
0	No requirement	Decoration
1	0,75	Kerbs bedded in mortar, pedestrian area only
2	3,5	Pedestrian and cycles areas.
3	6,0	Occasional car, light vehicle and motorcycle access. Garage entrances.
4	9,0	Walking areas, market places occasionally used by delivery vehicles and emergency vehicles
5	14,0	Pedestrian areas often used by heavy lorries
6	25,0	Roads and streets, petrol stations